

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000322726 A

(43) Date of publication of application: 24.11.00

(51) Int. Cl

G11B 5/66

G11B 5/85

(21) Application number: 11130741

(22) Date of filing: 12.05.99

(71) Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

(72) Inventor: UWAZUMI HIROYUKI  
SAITO AKIRA  
ONIZUKA TAKESHI  
OIKAWA TADAOKI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM,  
MANUFACTURE OF THE SAME AND MAGNETIC  
RECORDING DEVICE

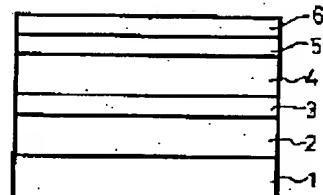
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium which is capable of realizing to reduce costs and has high coercive force even in a low composition ratio of Pt and moreover has a granular magnetic layer having a degree of freedom of characteristic control by a film-forming process.

SOLUTION: Relating to a magnetic recording medium having at least a non magnetic base layer 2 and a magnetic layer 4 successively laminated, the magnetic layer 4 has ferromagnetic grains and a non magnetic grain boundary which surrounds the grains and a non magnetic intermediate layer 3 consisting of non magnetic oxide or nitride is formed between the non magnetic base layer 2 and the magnetic layer 4. As the oxide and the nitride are capable of forming a fine island-like film and this becomes seeds for fixing ferromagnetic grains and for growing of non magnetic grain boundary when the magnetic layer is film-formed, fine dispersion of the ferromagnetic grains is promoted, high coercive force can be held even in a low composition ratio of Pt and the magnetic recording medium having a low cost granular magnetic layer can be realized. A dispersed

structure of the magnetic grains and the like can be controlled and magnetic characteristic and electromagnetic conversion characteristic can be controlled by controlling film-forming condition of the non magnetic intermediate layer.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-322726

(P2000-322726A)

(43)公開日 平成12年11月24日 (2000.11.24)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 11 B 5/66  
5/85

識別記号

F I

G 11 B 5/66  
5/85

デマコート(参考)  
5 D 0 0 6  
C 5 D 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平11-130741

(22)出願日

平成11年5月12日 (1999.5.12)

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 上住 洋之

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 斎藤 明

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74)代理人 100089945

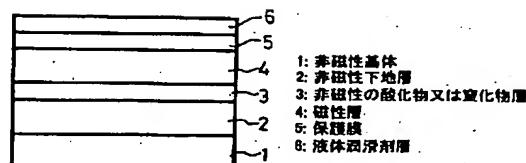
弁理士 山田 稔

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体、その製造方法及び磁気記録装置

(57)【要約】

【課題】 少量のPt組成比で高保磁力をもち、低コスト化を実現でき、しかも、成膜プロセスによる特性制御の自由度を備えたグラニュラー磁性層を有する磁気記録媒体の提供。

【解決手段】 非磁性基体1上に少なくとも非磁性下地層2、磁性層4を順次積層してなる磁気記録媒体において、磁性層3は強磁性を有する結晶粒とこれを包囲する非磁性粒界を有してなり、非磁性下地層2と磁性層4との間に非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層3が形成されてなる。酸化物又は窒化物が微細な島状膜を形成し得るため、これが磁性層成膜時における強磁性結晶粒の定置と非磁性粒界の成長種となるので、強磁性結晶粒の分散微細化を促し、少量のPt組成比でも高保磁力を得ることができ、低成本のグラニュラー磁性層を有する磁気記録媒体を実現できる。非磁性中間層の成膜条件を制御することにより磁性結晶粒の分散構造等を制御でき、磁気特性や電磁変換特性を制御できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基体上に少なくとも非磁性下地層、磁性層を順次積層してなる磁気記録媒体において、前記磁性層は強磁性を有する結晶粒とこれを包囲する非磁性粒界とを有してなり、前記非磁性下地層と前記磁性層との間に、非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層が形成されてなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の磁気記録媒体において、前記非磁性中間層の膜厚は、13nm以下であることを特徴とする磁気記録媒体。10

【請求項3】 請求項2記載の磁気記録媒体において、前記非磁性中間層の膜厚は、1乃至10nmであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項3記載の磁気記録媒体において、前記非磁性中間層の膜厚は、2乃至5nmであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の磁気記録媒体において、前記非磁性中間層を形成する前記酸化物又は前記窒化物は、前記磁性層に含まれる前記非磁性粒界の物質と同一であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の磁気記録媒体において、前記磁性層に含まれる前記非磁性粒界は、Cr, Co, Si, Al, Ti, Ta, Hf, Zrのうちの少なくとも1種の元素の酸化物又は窒化物からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項7】 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の磁気記録媒体において、前記磁性層に含まれる前記強磁性を有する結晶粒は、CoPt合金にCr, Ni, Taのうちの少なくとも1種の元素を添加した合金からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項8】 請求項1乃至請求項7のいずれか一項に記載の磁気記録媒体において、前記非磁性下地層は、Cr又はCr合金からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項9】 請求項1乃至請求項8のいずれか一項に記載の磁気記録媒体において、前記非磁性基体は、結晶化ガラス、化学強化ガラス又はプラスチックであることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項10】 事前無加熱状態の非磁性基体の上に非磁性下地層を形成する工程と、その非磁性下地層の上に非磁性の酸化物又は窒化物からなる島状膜を形成する工程と、その島状膜の上に強磁性を有する結晶粒とこれを取り囲む非磁性粒界とを有する磁性層を形成する工程とを含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項11】 非磁性基体の上に非磁性下地層を形成する工程と、Arガスに酸素又は窒素ガスを混合した混合ガス雰囲気中における反応性スパッタリングにより前記非磁性下地層の上に非磁性の酸化物又は窒化物からな

る島状膜を形成する工程と、その島状膜の上に強磁性を有する結晶粒とこれを取り囲む非磁性粒界とを有する磁性層を形成する工程とを含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項12】 請求項11に記載の磁気記録媒体の製造方法において、前記混合ガスのガス圧は15mTorr以上であることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項13】 請求項12に記載の磁気記録媒体の製造方法において、前記混合ガスのガス圧は20乃至40mTorrであることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項14】 請求項1乃至請求項9のいずれか一項に規定する磁気記録媒体を搭載してなることを特徴とする磁気記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンピュータの外部記録装置等に搭載される磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 高記録密度及び低ノイズが要求される磁気記録媒体において、従来から様々な磁性層の組成、構造及び非磁性下地層の材質等が提案されてきた。特に近年、磁性結晶粒が非磁性の酸化物や窒素化物の非磁性粒界で包囲された構造を持つグラニュラー磁性層を持つ磁気記録媒体が提案されている。

【0003】 例えば、特開平8-255342号公報には、基板上に非磁性膜、強磁性膜、非磁性膜を順に積層した後、400°C以上の加熱処理を施すことにより上下の非磁性膜中に挟まれた強磁性膜の強磁性結晶粒が分散してグラニュラー磁性層(記録層)を形成する媒体を得ることができ、低ノイズ化を図ることが開示されている。この場合、非磁性膜としてはシリコン酸化物や窒化物等が用いられる。また、USP5,679,473には、SiO<sub>2</sub>等の酸化物が添加されたCoNiPtターゲットを用い、RFスパッタリングを行うことで、磁性結晶粒が非磁性の酸化物で包囲されて個々に分離した構造を持つグラニュラー磁性層を形成した媒体を得ることができ、高保磁力と低ノイズ化を実現できることが開示されている。

【0004】 このようなグラニュラー磁性層は、非磁性非金属の結晶相が磁性粒子を物理的に分散した構造であるため、磁性粒子間の磁気的な相互作用が低下し、記録ビットの遷移領域に生じるジグザグ磁壁の形成を抑制できるので、低ノイズ特性が得られるものと考えられている。従来用いられて来たCoCr系金属磁性層では、高温で成膜することによりCrがCo系磁性粒から偏析することで粒界に析出し、磁性粒子間の磁気的相互作用を低減させているが、グラニュラー磁性層の場合は、粒界相として非磁性非金属の物質を用いるために、従来のCrに比べて偏析し易く、比較的容易に磁性粒の孤立化を

促進できるという利点がある。特に、従来のC o C r系金属磁性層の場合は成膜時の基板温度を200°C以上に事前加熱することがC rの十分な偏析のために必要不可欠であったのに対し、グラニュラー磁性層の場合、前記U S P 5,679,473 の様に、事前加熱なしでの成膜でも、非磁性非金属物質が偏析を生じるという利点がある。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のグラニュラー磁性層を有する磁気記録媒体にあっては、次のような問題点がある。

【0006】① グラニュラー磁性層を有する磁気記録媒体は低ノイズ化を実現できるものの、所望の磁気特性、特に高い保磁力Hc を実現するために、比較的多量のP t をC o 合金に添加する必要がある。前記U S P 5,679,473 の場合でも、2400Oe 程度の保磁力を実現するためにも、11原子%もの高価なP t を必要としている。これに対し、従来のC o 系金属磁性層で同程度の保磁力を実現するためには、高々5原子%程度のP t が必要なだけである。近年、磁気記録の高密度化に伴い3000Oe 以上の非常に高い保磁力が要求されていることに鑑みると、高価なP t を多量に必要とするグラニュラー磁性層を有する磁気記録媒体では、コスト高を招く。

【0007】② また、グラニュラー磁性層はその微細構造、特に粒界偏析構造が主として磁性層中の非磁性非金属物質の量によって決定されてしまい、成膜プロセスに対しその特性が比較的鈍感であることが本発明者らの検討により明らかとなっている。これに対し従来のC o C r 系合金磁性層では、偏析構造は主に成膜プロセスにおける基板加熱温度によって制御可能であるため、同一の組成でも比較的容易に磁気特性及び電磁変換特性を成膜プロセスにより制御することができる。

【0008】そこで、上記各問題点に鑑み、本発明の課題は、少量のP t 組成比で高保磁力を持ち、低コスト化を実現でき、しかも、成膜プロセスによる特性制御の自由度を備えたグラニュラー磁性層を有する磁気記録媒体を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、非磁性基体上に少なくとも非磁性下地層、磁性層を順次積層してなる磁気記録媒体において、その磁性層は強磁性を有する結晶粒とこれを包囲する非磁性粒界とを有してなり、非磁性下地層と磁性層との間に、非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層が形成されてなることを特徴とする。

【0010】本発明における磁性層は強磁性を有する結晶粒とこれを包囲する非磁性粒界とを有するグラニュラーマグネットであるが、このグラニュラーマグネットを形成する前に、非磁性下地層の上に非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層を形成した層構造とすることにより、この非磁性の酸化物又は窒化物が微細な島状膜を形

成し得るため、この島状膜がグラニュラーマグネットの成膜時における強磁性結晶粒のための定置と非磁性粒界のための成長核となるので、グラニュラーマグネット中の強磁性結晶粒の分散微細化を促し、少量のP t 組成比でも高保磁力を得ることができ、低コストのグラニュラーマグネットを有する磁気記録媒体を提供できる。また、グラニュラーマグネットの下地たる非磁性中間層の成膜条件（ガス圧等）を制御することにより、磁性結晶粒の分散構造等を制御でき、磁気特性や電磁変換特性を制御できる。

10 【0011】非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層を島状膜に形成するには、膜厚を薄くすることが必要である。厚すぎると島状膜から連続膜に発展してしまうからである。膜厚1.3nm以下であれば、連続膜に発展せず、高保磁力を得ることができる。勿論、薄すぎると十分な島状膜が形成されない。望ましくは1乃至10 nmであれば非常に高い保磁力を得ることができる。最も望ましくは2乃至5nmとすると、3000Oe 程度の高保磁力を得ることができる。

【0012】ここで、非磁性層の島状構造は平面微細分割性に寄与し、その上に形成される磁性層の強磁性結晶粒のための定置と非磁性粒界のための成長核との役割を担うものと考えられるが、非磁性粒界の成長核としての機能を十全發揮させるために、非磁性中間層を形成する酸化物又は窒化物は、磁性層に含まれる非磁性粒界の物質と同一にすることが望ましい。かかる場合はより高保磁力を得ることができる。

【0013】磁性層に含まれる非磁性粒界としては、C r, Co, Si, Al, Ti, Ta, Hf, Zr のうちの少なくとも1種の元素の酸化物又は窒化物からなることが好ましい。なお、炭化物も可能である。また、非磁性中間層を形成する物質として同様に炭化物を用いても良い。また、磁性層に含まれる強磁性を有する結晶粒としては、CoPt 合金にCr, Ni, Ta のうちの少なくとも1種の元素を添加した合金からなることが好ましい。

【0014】更に、非磁性下地層としては、Cr 又はCr 合金からなることが好ましい。そして、非磁性基体としては、結晶化ガラス、化学強化ガラスは勿論のこと、プラスチックを用いることが可能である。なぜなら、基体の事前加熱を行わざとも、グラニュラーマグネットを成膜できるからである。

【0015】上記構成の磁気記録媒体の製造方法としては、事前無加熱状態の非磁性基体の上に非磁性下地層を形成する工程と、その非磁性下地層の上に非磁性の酸化物又は窒化物からなる島状膜を形成する工程と、その島状膜の上に強磁性を有する結晶粒とこれを取り囲む非磁性粒界とを有する磁性層を形成する工程とを含むことを特徴とする。事前加熱を行わずに済むため、基体としてプラスチックを用いることができる。

【0016】また、本発明に係る磁気記録媒体の製造方

法は、非磁性基体の上に非磁性下地層を形成する工程と、Arガスに酸素又は窒素ガスを混合した混合ガス雰囲気中における反応性スパッタリングにより非磁性下地層の上に酸化物又は窒化物からなる島状膜を形成する工程と、その島状膜の上に強磁性を有する結晶粒とこれを取り囲む非磁性粒界とを有する磁性層を形成する工程とを含むことを特徴とする。この混合ガスのガス圧としては15mTorr以上であれば、酸化物又は窒化物が安定に形成でき、高保磁力が得られる。更に、混合ガス圧が20乃至40mTorrであれば、高保磁力が得られる。

## 【0017】

【発明の実施の態様】次に本発明の実施態様を図面に基づいて説明する。図1は本実施形態に係る磁気記録媒体の層構造を示す模式的断面図である。本例の磁気記録媒体は、非磁性基体（基板）1の上に、非磁性下地層2、非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層3、強磁性結晶粒とこれを取り囲む非磁性粒界とを有するグラニュラー磁性層4、保護層5及び液体潤滑層6を順次積層した層構造となっている。

【0018】（実施例1）非磁性基体（基板）1として表面が平滑な結晶化ガラスを用い、これを洗浄した後、スパッタ装置内に導入し、Arガス圧5mTorr下で、純Cr膜厚15nmの非磁性下地層2を形成する。次いで、混合ガス圧20mTorrの混合ガス（Ar+10%O<sub>2</sub>）雰囲気中でCrターゲットを反応性スパッタにより形成し、グラニュラー磁性層4として、強磁性結晶粒のCo合金（CoCr<sub>12</sub>Pt<sub>12</sub>）と非磁性粒界のSi酸化物（SiO<sub>2</sub>）との組成比が9：1のグラニュラー磁性層4を形成する。次いで、RFスパッタ法によりArガス圧5mTorr下で、強磁性結晶粒のCo合金（CoCr<sub>12</sub>Pt<sub>12</sub>）とこれを包囲する非磁性粒界のCr酸化物（Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）との組成比が9：1のグラニュラー磁性層4を形成する。次いで磁性層4の上にカーボンの保護層5を形成する。その後、真空中から取り出し、液体潤滑剤を塗布して液体潤滑層6を形成し、磁気記録媒体を得た。後述するように、Cr酸化物層3の膜厚とその成膜時のガス圧を隨時変更した。なお、成膜に先立つ基板の事前加熱は行っておらず、スパッタ時の基板温度は70乃至80°C程度と推測される。スパッタ条件の直流電力は1kW、直流バイアスは無しである。

【0019】ここで、Cr酸化物層の膜厚（nm）と媒体の保磁力Hc（Oe）との関係を図2に示す。この図から明らかなように、Cr酸化物層3を形成しなかったとき（膜厚ゼロ）に比べてCr酸化物層を薄く形成した場合、保磁力Hcが急激に向上去り、膜厚が厚くなる程、保磁力Hcが低下している。膜厚ゼロのとき、保磁力が約2100Oeであることから、Cr酸化物層3の膜厚を13nm以下に設定すると、2100Oe以上の高保磁力が得られる。膜厚が1乃至10nmでは、3000Oe程度の高保磁力が得られている。更に、膜厚が2乃至5nmでは、3200Oe程度のピーク的高保磁力が得られる。これらの膜厚範囲では島状のCr酸化物層3が形成されているこ

とを確認できた。

【0020】Cr酸化物層の膜厚を3nmに固定し、保磁力Hcの成膜時の混合ガス（Ar+10%O<sub>2</sub>）のガス圧依存特性を図3に示す。この図より、ガス圧が低くCr酸化物が安定に形成され難い領域（10mTorr以下）では、保磁力は2000Oe程度でCr酸化物層の意義は認められないが、15mTorr以上では高保磁力が得られる。図3では混合ガス圧を最大40mTorrまでしか変えてないが、ガス圧を過度に高めると、保磁力の徐々に低下することが認められた。反応性が阻害されるものと考えられる。望ましくは20乃至40mTorrであれば高保磁力が得られる。

【0021】（実施例2）本例においては、酸化物の非磁性中間層3として、Cr酸化物又はSi酸化物をガス圧20mTorrの混合ガス（Ar+10%O<sub>2</sub>）雰囲気中でCrターゲットを反応性スパッタにより形成し、グラニュラー磁性層4として、強磁性結晶粒のCo合金（CoCr<sub>12</sub>Pt<sub>12</sub>）と非磁性粒界のSi酸化物（SiO<sub>2</sub>）との組成比が9：1のグラニュラー磁性層4を形成する。これ以外の条件は実施例1と同様である。

【0022】Cr酸化物層及びSi酸化物層の膜厚（nm）と媒体の保磁力Hc（Oe）との関係を図4に示す。この図より、酸化物層がCr酸化物層でもSi酸化物層でも略同様に膜厚が薄い領域で保磁力が極大となる。いずれの場合も13nm以下であれば、2000Oe以上の保磁力が得られる。望ましくは1乃至10nmで、3000Oe程度の保磁力が得られる。最も望ましい領域は2乃至5nmで3000Oe以上のピーク的保磁力を得ることができる。

【0023】Cr酸化物層とSi酸化物層とを比較した場合、Si酸化物層の方が保磁力がすべての膜厚範囲で高い。Si酸化物層とその上のグラニュラー磁性層4の非磁性粒界を形成するSi酸化物とが同一物質（SiO<sub>2</sub>）である。本例のCr酸化物層の場合、実施例1の場合に比して保磁力がやや低い。実施例1の場合も、Cr酸化物層とその上のグラニュラー磁性層4の非磁性粒界を形成するCr酸化物とが同一物質（Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）である。これは、酸化物層がその上のグラニュラー磁性層4の非磁性粒界の成長核として機能することから、酸化物層は磁性層に含まれる非磁性粒界の物質と同一にすることが望ましいと言える。かかる場合はより高保磁力を得ることができる。

【0024】なお、グラニュラー磁性層4の非磁性粒界としては、Cr酸化物やSi酸化物ばかりではなく、非磁性のCr窒化物やSi窒化物も採用でき、また、Co, Al, Ti, Ta, Hf, Zrなどの酸化物又は窒化物も可能である。強磁性結晶粒は、CoCrPt合金の外、CoPt合金にCr, Ni, Taのうちの少なくとも1種の元素を添加した合金でも良い。非磁性下地層2としては、純Crの外、Cr合金でも構わない。非磁

性基体1としては、結晶化ガラスの外、化学強化ガラスは勿論のこと、プラスチックでも差支えない。事前加熱が不要であるため、耐熱性が強く要求されないからである。

#### 【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、非磁性下地層の上に非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層を成膜してからその上にグラニュラー磁性層を形成することに特徴を有し、次のような効果を奏する。

【0026】① 非磁性の酸化物又は窒化物が微細な島状膜を形成し得るため、この島状膜がグラニュラー磁性層の成膜時における強磁性結晶粒のための定置と非磁性粒界のための成長核となるので、グラニュラー磁性層中の強磁性結晶粒の分散微細化を促し、少量のPt組成比でも高保磁力を得ることができ、低コストのグラニュラーマ磁性層を有する磁気記録媒体を提供できる。また、酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層の成膜条件を制御することにより、磁性結晶粒の分散構造等を制御でき、磁気特性や電磁変換特性を制御できる。更に、基板の事前加熱を行わずに成膜できるため、基体としてプラスチックを用いることができる。非磁性中間層の膜厚が1.3nm以下であれば、連続膜に発展せず、高保磁力を得ることができる。望ましくは1乃至1.0nmであれば非常に高い保磁力を得ることができる。最も望ましくは2乃至5nmとすると、3000Oe程度の高保磁力を得ることができる。

【0027】② 本発明に係る磁気記録媒体の製造方法は、非磁性基体の上に非磁性下地層を形成する工程と、

Arガスに酸素又は窒素ガスを混合した混合ガス雰囲気中における反応性スパッタリングにより非磁性下地層の上に酸化物又は窒化物からなる島状膜を形成する工程と、その島状膜の上に強磁性を有する結晶粒とこれを取り囲む非磁性粒界とを有する磁性層を形成する工程とを含むことを特徴とする。この混合ガスのガス圧としては1.5mTorr以上であれば、酸化物又は窒化物が安定に形成でき、高保磁力が得られる。更に、混合ガス圧が2.0乃至4.0mTorrであれば、高保磁力が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る磁気記録媒体の層構造を示す模式的断面図である。

【図2】実施例1におけるCr酸化物層の膜厚(nm)と媒体の保磁力Hc(Oe)との関係を示すグラフである。

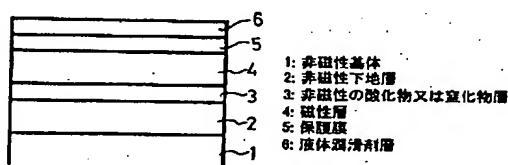
【図3】実施例1において、Cr酸化物層の膜厚を3nmに固定し、保磁力Hcの成膜時の混合ガス(Ar+10%O<sub>2</sub>)のガス圧依存特性をグラフである。

【図4】実施例2におけるCr酸化物層及びSi酸化物層の膜厚(nm)と媒体の保磁力Hc(Oe)との関係を示すグラフである。

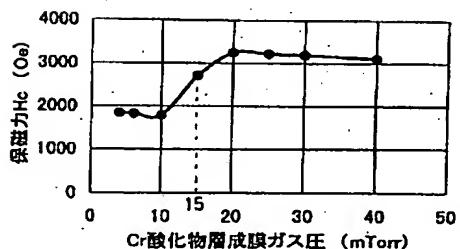
#### 【符号の説明】

- 1…非磁性基体(基板)
- 2…非磁性下地層
- 3…非磁性の酸化物又は窒化物からなる非磁性中間層
- 4…グラニュラー磁性層
- 5…保護層
- 6…液体潤滑剤層

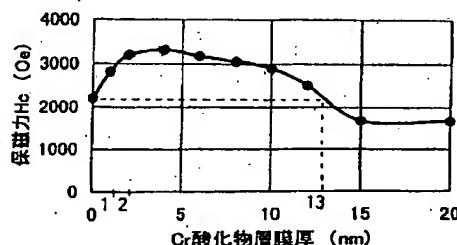
【図1】



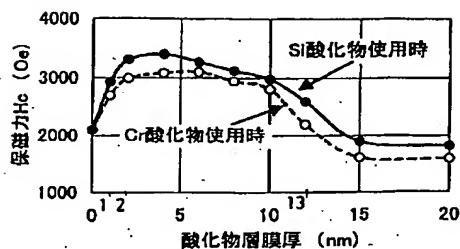
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 鬼塚 剛  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 及川 忠明  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内  
F ターム(参考) 5D006 BB01 BB07 CA03 CB04 DA06  
FA09  
5D112 AA02 AA03 AA05 BA03 BB05  
BD04 FA04 FB08